INFRASTRUCTURE ITALIA LAND 9 Srl
Via del Bosco Rinnovato, 6
20057 Assago (Milano)

Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi del Titolo III del D.Lgs 152/2006

Relazione Scariche Atmosferiche

Data Centre MIL09
Via Marco Polo, 2
Melzo (MI)

Documento: 3989 ES A RE 03-
Relazione Scariche Atmosferiche

Data
06/06/2025

Il Tecnico

Ing. Roberto Cereda
Lombardini22 SpA

Firmato digitalmente da:
Roberto Cereda
Data: 01/08/2025 11:01:39

Protezione contro i fulmini

Valutazione del rischio

elaborata secondo norma internazionale:

IEC 62305-2:2010-12

considerando le note nazionali del paese:

CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):2013

Riassunto delle misure di protezione

per la riduzione dei danni causati da fulminazioni.

Indice

1. Indice abbreviazioni

2. Base normativa

3. Rischio e sorgente di danno

4. Dati sul progetto
4.1. Rischi da considerare
4.2. Parametri geografici e della struttura
4.3. Suddivisione della struttura in zone di protezione/zone
4.4. Servizi entranti
4.5. Carico d'incendio
4.6. Misure di protezione antincendio
4.7. Pericoli particolari delle persone nella struttura

5. Valutazione del rischio
5.1. Rischio R1, Vita umana
5.2. Rischio R4, redditività delle misure di protezione
5.2.1. Parametri di calcolo per i costi annui delle misure di protezione
5.2.2. Costi della struttura

6. Scelta misure di protezione

7. Giuridicamente vincolante

8. Informazioni generali

9. Spiegazione dei termini

1. Indice abbreviazioni

a	Tasso di ammortamento
a_t	Tempo di ammortamento
c_a	Costo degli animali nella zona, in denaro
c_b	Costo della zona dell'edificio, in denaro
c_c	Costo del contenuto della zona, in denaro
c_s	Valore degli impianti interni (compreso le loro attività) in denaro
c_t	Valore totale della struttura, in denaro
C_D;C_{DJ}	Coefficiente di posizione
C_L	Costo annuo della perdita totale senza misure di protezione
C_{PM}	Costo annuo delle misure di protezione scelte
C_{RL}	Costo annuo della perdita residua
EB	lightning equipotential bonding – Equipotenzializzazione antifulmine
H	Altezza della struttura
H_P	Punto massimo della struttura
i	Tasso di interesse
K_{S1}	Coefficiente relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura (schermatura esterna)
K_{S1W}	Lato di magliatura dello schermo della struttura
K_{S2}	Coefficiente relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura (schermatura interna)
K_{S2W}	Lato di magliatura dello schermo interno
L1	Perdita di vite umane
L2	Perdita di servizio pubblico
L3	Perdita di patrimonio culturale insostituibile
L4	Perdita economica
L	Lunghezza della struttura
LEMP	Lightning electromagnetic impulse – impulso elettromagnetico del fulmine
LP	lightning protection – protezione contro il fulmine (composto dal sistema di protezione contro il fulmine (LPS) e dalle misure di protezione contro il LEMP)
LPL	lightning protection level – livello di protezione
LPS	lightning proctection system – sistema di protezione contro il fulmine
LPZ	Lightning protection zone – zone di protezione (zona in cui è definito l'ambiente elettromagnetico creato dal fulmine.)
m	Tasso di manutenzione

N_D	Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura
N_G	Densità di fulmini al suolo
P_B	Probabilità di danno materiale in una struttura (fulminazione sulla struttura)
P_{EB}	Equipotenzializzazione antifulmine
P_{SPD}	Sistema coordinato di SPD
R	Rischio
R_1	Rischio di perdita di vite umane nella struttura
R_2	Rischio di perdita di servizio pubblico in una struttura
R_3	Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura
R_4	Rischio di perdita economica in una struttura
R_A	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulminazione sulla struttura)
R_B	Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulminazione sulla struttura)
R_C	Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulminazione sulla struttura)
R_M	Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulminazione in prossimità della struttura)
R_U	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulminazione sulla linea connessa)
R_V	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulminazione sulla linea connessa)
R_W	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulminazione sulla linea connessa)
R_Z	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulminazione in prossimità della linea connessa)
R_T	Rischio tollerabile (valore massimo di un rischio ancora accettabile per la struttura da proteggere)
r_f	Coefficiente di riduzione delle perdite dipendente dal rischio di incendio
r_p	Coefficiente di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio
S_M	Risparmio annuo
SPD	surgeprotectivedevice – Limitatore di sovratensione
SPM	misure di protezione contro il LEMP (misure per la riduzione del rischio di guasto dovuto al LEMP degli apparecchi elettrici ed elettronici)
t_{ex}	Tempo di permanenza della presenza di una atmosfera esplosiva pericolosa

W	Larghezza della struttura
Z	Zone nella struttura

2. Base normativa

La serie di norme CEI EN 62305 (CEI 81-10) è composta dalle seguenti parti:

- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1):2013 - "Protezione contro i fulmini – parte 1: Principi generali"
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):2013 - "Protezione contro i fulmini – parte 2: Valutazione del rischio"
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3):2013 - "Protezione contro i fulmini – parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4):2013 - "Protezione contro i fulmini – parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"

3. Rischio e sorgente di danno

Per evitare danni da fulminazione devono essere effettuate delle misure di protezione mirate sulla struttura da proteggere. La valutazione del rischio descritta nella norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):2013 contiene un'analisi del rischio con la quale può essere determinata l'esigenza di protezione di una struttura nel caso di fulminazione. L'obiettivo dell'analisi del rischio è di ridurre, tramite misure di protezione, il rischio ad un livello accettabile.

Dalla valutazione del rischio secondo CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):2013 per la struttura di seguito eseguita, risulterà la necessità o meno di prevedere delle misure di protezione. Tramite l'analisi viene individuato il potenziale pericolo della struttura e, se necessario, vengono definite le misure di protezione da adottare per ridurre il rischio. Il risultato della valutazione del rischio può essere non solo la classe dell'LPS, ma un intero concetto di protezione, incluso le necessarie misure di schermatura contro il LEMP.

Il risultato sarà la scelta economicamente più sensata delle misure di protezione, adeguate alle presenti caratteristiche della struttura e della sua destinazione d'uso.

4. Dati sul progetto

4.1 Rischi da considerare

A seconda della tipologia e la destinazione d'uso della struttura sono stati selezionati e analizzati i seguenti rischi:

Rischio R_1: Rischio della perdita di vite umane; R_T: 1,00E-05

Rischio R_4: Rischio di perdita economica;

Con la scelta dei rischi è stato definito anche il rischio tollerabile R_T.

L'obiettivo della valutazione del rischio è ridurre il rischio presente, tramite una scelta economicamente sensata delle misure di protezione, ad un rischio tollerabile (accettabile) R_T.

4.2 Parametri geografici e della struttura

La base per la valutazione del rischio secondo CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):2013 è la densità di fulmini al suolo N_g. Essi definisce il numero di fulminazioni all'anno per km².

Per la posizione della struttura è stato determinato un valore di **N_g = 3,32 fulminazioni/anno/km²**.

Da questo risulta il numero equivalente di giornate temporalesche all'anno di 33,20 giorni.

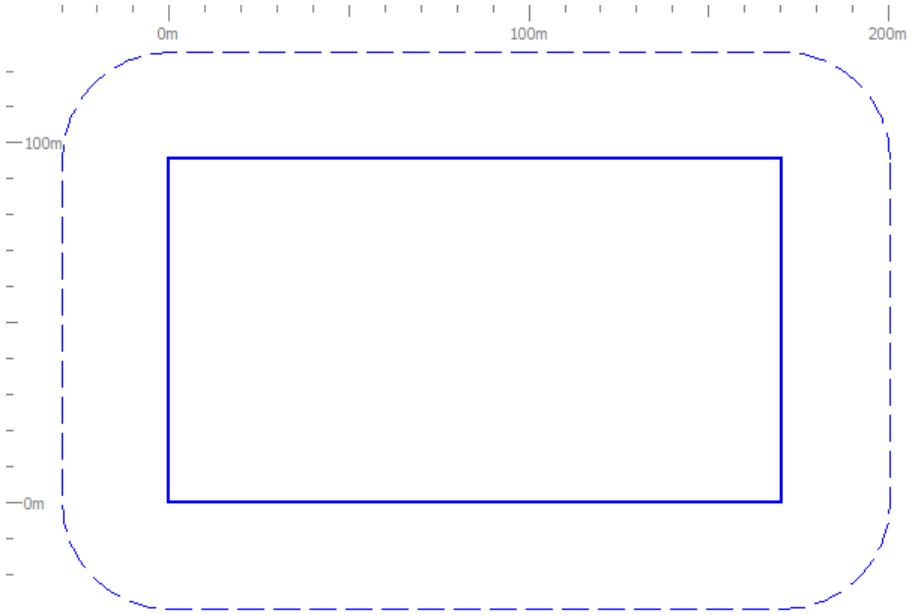
Determinante per il pericolo di una fulminazione diretta sono le dimensioni della struttura.

In base alle dimensioni vengono determinate le aree di raccolta delle fulminazioni dirette/indirette. La struttura ha le seguenti dimensioni:

L_b	Lunghezza:	170,66 m
W_b	Larghezza:	95,85 m
H_b	Altezza:	10,00 m
H_{pb}	Punto massimo (se presente):	0,00 m

Sulla base delle dimensioni dell'edificio inserite, risultano le seguenti aree di raccolta:

Area di raccolta delle fulminazioni dirette:	35.175,00 m²
Area di raccolta delle fulminazioni indirette (in prossimità della struttura)	1.051.908,00 m²



L'ambiente circostante alla struttura è un elemento importante nella determinazione del numero di possibili fulminazioni dirette/indirette. Per la struttura in ogegtto l'ambiente circostante è stato definito nel seguente modo:

Coefficiente di posizione C_{db}: 0,50

Considerando la densità di fulmini al suolo in funzione alla grandezza e all'ambiente circostante alla struttura, è previsto un numero di eventi di:

- fulminazioni dirette nella struttura N_D = 0,0584 fulminazioni/anno,
- fulminazioni indirette nella struttura N_M = 3,4923 fulminazioni/anno

4.3 Suddivisione della struttura in zone di protezione/zone

Per quest'analisi la struttura non è stata suddivisa in zone di protezione da fulmine/zone.

L1tz – Tempo per cui le persone sono presenti nella zona:	2.920 ore/anno
L1nz – Numero di persone nella zona:	0 persone

4.4 Servizi entranti

Nella valutazione del rischio devono essere considerati tutti i servizi entranti o uscenti dalla struttura. Tubazioni elettricamente continue non devono essere considerate a patto che siano collegate alla barra equipotenziale principale dell'edificio. Nel caso in cui tale collegamento non fosse dato, è necessario considerare nella valutazione del rischio anche il pericolo delle tubazioni elettricamente continue (considerare richieste di equipotenzialità!).

Nella valutazione del rischio per la struttura Oggetto sono state definite le seguenti linee:

- ENEL
- HV Substation

Per ogni linea sono stati definiti parametri come per esempio:

- tipo di linea (linea aerea/interrata)
- lunghezza della linea (all'esterno dell'edificio)
- ambiente
- struttura connessa
- caratteristiche della posa interna (schermata/non schermata)
- tensione di tenuta minima (tensione di tenuta degli apparecchi finali)

In base a queste informazioni è stato definito il potenziale pericolo, dovuto a fulminazioni sulla e in prossimità della linea, per la struttura e del contenuto ed successivamente inserito nell'analisi del rischio.

4.5 Carico d'incendio

Il rischio d'incendio è uno dei criteri più importanti nella determinazione delle misure di protezioni necessarie. Il rischio d'incendio per la struttura Oggetto è stato definito:

- Rischio d'incendio ordinario

4.6 Misure di protezione antincendio

Le seguenti misure di protezione sono state selezionate nella valutazione del rischio per ridurre le conseguenze di un incendio:

- Impianto fisso di estinzione e di allarme automatico

4.7 Pericoli particolari delle persone nella struttura

Il pericolo di panico nella struttura è stato classificato, in base al numero di persone, nel seguente modo:

- Livello ridotto di panico (p.es. struttura limitata a due piani ed un numero di persone inferiore a 100)

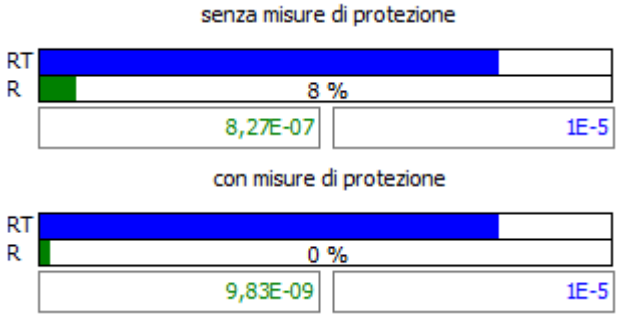
5. Valutazione del rischio

Di seguito vengono valutati i rischi definiti al punto 4.1.
Per ogni rischio viene indicato con una barra blu il rischio accettabile e con una barra verde/rossa il rischio calcolato.

5.1 Rischio R1, Vita umana

Per le persone all'esterno ed all'interno della struttura è stato calcolato il seguente rischio:

Rischio tollerabile R_T:	1,00E-05
Rischio calcolato R1 (non protetto):	8,27E-07
Rischio calcolato R1 (protetto):	9,83E-09



Per ridurre il rischio presente sono da prevedere le misure di protezione di seguito descritte.

Per strutture il cui rischio calcolato è inferiore al rischio tollerabile RT, la sezione delle misure di protezione resterà vuota.

5.2 Rischio R4, redditività delle misure di protezione

Per la valutazione economica è stato eseguito un confronto del rischio R4

- Oggetto (Stato attuale)
- Oggetto (Stato previsto)

Il risultato della valutazione è, se le misure di protezione da adottare, in relazione al valore della struttura, sono economicamente sensate.

5.2.1 Parametri di calcolo per i costi annui delle misure di protezione

i	- Tasso di interesse:	3,00 %
a_t	- Tempo di ammortamento:	10,00 anni
a	- Tasso di ammortamento:	10,00 %
m	- Tasso di manutenzione:	1,00 %

5.2.2 Costi della struttura

La norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):2013 permette di determinare approssimativamente, tramite tabelle, il valore dell'edifico in base alla sua grandezza.

þ Impianto industriale
¨ con animali

¨ Valori di riferimento dei costi: Ridotto
¨ Valori di riferimento dei costi: Ordinario
þ Valori di riferimento dei costi: Elevato

Quante persone si trovano all'interno della struttura? 70 Persone

L4ca – Valore degli animali nella zona:	0 €
L4cb – Valore della zona:	26.250.000 €
L4cc – Valore del contenuto della zona:	3.500.000 €
L4cs – Valore degli impianti interni nella zona (comprese le loro attività):	5.250.000 €
Complessivo:	35.000.000 €

Costo sostenuto una sola volta delle misure di protezione: 100.000,00 €

5.2.3 Valutazione rischio R4

Il costo annuo della perdita totale in seguito ad una fulminazione senza misure di protezione si aggira ad:

C_L 2.695,91 €/anno

Il costo annuo della perdita residua in seguito ad una fulminazione con misure di protezione adottate si aggira ad:

C_{RL} 47,40 €/anno

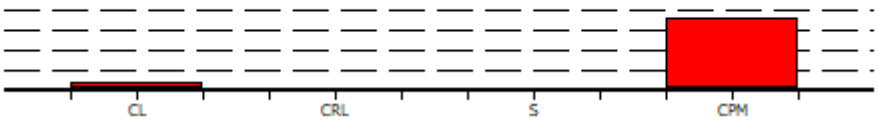
Il costo annuo delle misure di protezione riferiti ad un tempo di ammortamento di 10,00 anni si aggira ad:

C_{PM}	14.000,00 €/anno

Il risparmio annuo con misure di protezione adottate si aggira ad:

S_M	-11.351,48 €/anno

Pertanto, le misure di protezione da adottare sono da ritenersi antieconomici.



6. Scelta misure di protezione

Grazie alla scelta delle seguenti misure di protezioni il presente rischio è stato ridotto ad un livello accettabile.

La seguente selezione delle misure di protezione è una parte della valutazione del rischio per la struttura in oggetto, valida solo in combinazione con essa.

Se dalla valutazione del rischio non risulta necessario prevedere delle misure di protezione (il rischio calcolato risulta inferiore al rischio tollerabile R_T), la seguente parte della relazione resterà vuota.

Provvedimenti Con protezione / stato previsto:

Area		Provvedimenti	Coefficiente
	pB:	Impianto di protezione LPS LPS classe I	2.000E-02
	pEB:	Equipotenzializzazione antifulmine (p.es. SPD Tipo 1 sulle linee entranti) Equipotenzializzazione per LPL I	1.000E-02

7. Giuridicamente vincolante

Questo documento di valutazione del rischio si basa su dati forniti dal committente, gestore dell'impianto e da sopralluoghi eseguiti sul posto.

Tutti i parametri sono stati definiti secondo l'attuale stato degli edifici e delle attuali condizioni degli impianti. Nel caso di modifiche, variazioni o ampliamenti degli edifici, processi di lavoro (p.es. aumento del personale in uno o nell'altro reparto) o degli impianti interni è necessario aggiornare anche il presente documento.

La procedura e i parametri per il calcolo del rischio utilizzata dal programma DEHNsupport si basa sulla Norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):2013.

8. Informazioni generali

8.1 Componenti dell'LPS esterno

Componenti per l'impianto parafulmine, che vengono utilizzati per la realizzazione dell'LPS esterno, devono rispettare prescrizioni meccaniche ed elettriche riportati nella serie di Norme EN 62561-x. Questa serie di Norme sono suddivise p.es. nelle seguenti parti:

- EN 62561-1:2012	Prescrizioni per i componenti di connessione
- EN 62561-2:2012	Prescrizioni per i conduttori di terra e i dispersori
- EN 62561-3:2012	Prescrizioni per gli spinterometri
- EN 62561-4:2011	Prescrizioni per i componenti di fissaggio
- EN 62561-5:2011	Prescrizioni per la verifica di involucri di ispezione (pozzetti) e di componenti a tenuta per dispersori (passanti)

8.1.1 EN 62561-1:2012 Prescrizioni per i componenti di connessione

Le richieste a componenti di connessione, come per esempio morsetti, sono definiti nella EN 62561-1. Ciò significa per l'installatore dell'impianto parafulmine, che è necessario scegliere i componenti di connessione a seconda della capacità di tenuta (H o N) nel punto d'installazione. Nel caso di un'asta di captazione (100% della corrente di fulmine) sarà pertanto necessario utilizzare un morsetto con capacità di tenuta H (100 kA) e p.es. in una maglia di captazione o per un'asta di adduzione (corrente di fulmine già suddivisa) un morsetto con capacità di tenuta N (50 kA). La possibilità di utilizzare un componente di connessione per tali casi di applicazione, deve essere attestato da un certificato di prova del costruttore.

8.1.2 EN 62561-2:2012 Prescrizioni per i conduttori di terra e i dispersori

La EN 62561-2 pone delle richieste specifiche ai conduttori, come p.es. conduttori di captazione e calate e conduttori di terra. Tali richieste sono suddivise nel seguente modo:

- caratteristiche meccaniche (resistenza alla trazione e resistenza all'allungamento minima),

- caratteristiche elettriche (resistenza specifica massima) e

- caratteristiche protettive contro la corrosione (invecchiamento artificiale).

Per conduttori e dispersori di terra la Norma EN 62561-2 stabilisce le richieste. Importante in questo caso è soprattutto il tipo di materiale, la geometria, misure minime come anche le caratteristiche meccaniche ed elettriche. Queste richieste provenienti dalla Norma sono caratteristiche rilevanti di un prodotto, le quali devono essere riportati nella documentazione e nelle schede tecniche del costruttore.

8.1.3 EN 62561-3:2012 Prescrizioni per gli spinterometri

Spinterometri di sezionamento possono essere utilizzati per la separazione galvanica di un sistema di messa a terra. La norma EN 62561-3 richiede per gli spinterometri di sezionamento, che, se installati secondo le indicazioni del costruttore, siano affidabili, resistenti e sicuri per persone e per gli oggetti circondanti.

8.1.4 EN 62561-4:2011 Prescrizioni per i componenti di fissaggio

La Norma EN 62561-4 definisce le esigenze e le prove per staffe portafilo metalliche e non metalliche, che vengono utilizzate in contatto con conduttori di captazione e di calate.

8.1.5 EN 62561-5:2011 Prescrizioni per la verifica di involucri di ispezione (pozzetti) e di componenti a tenuta per dispersori (passanti)

Tutti gli involucri di ispezione e i componenti di tenuta devono essere progettati e costruiti in modo da non creare, nel caso di un loro utilizzo secondo regola d'arte, pericoli per le persone e per l'ambiente.

La Norma EN 62561-5 definisce le richieste e le prove per gli involucri di ispezione (p.es. pressione di sollecitazione) e i componenti di tenuta (prova di tenuta stagna).

9. Spiegazione dei termini

Sistema coordinato di SPD

gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre guasti degli impianti elettrici ed elettronici.

Interfacce di separazione

dispositivi atti ad attenuare gli impulsi condotti sulle linee entranti in una LPZ. Sono compresi i trasformatori di separazione muniti di schermo connesso a terra tra gli avvolgimenti, cavi in fibra ottica privi di parti metalliche ed opto-isolatori. Le caratteristiche di tenuta di detti dispositivi sono intrinsecamente adatte allo scopo o rese tali mediante SPD.

Impulso elettromagnetico del fulmine LEMP [ingl: lightning electromagnetic impulse]

tutti gli effetti elettromagnetici della corrente di fulmine che possono generare impulsi e campi elettromagnetici mediante accoppiamento resistivo, induttivo e capacitivo.

Protezione contro il fulmine LP [ingl: lightning protection]

sistema completo usato per la protezione contro il fulmine delle strutture, dei loro impianti interni, del loro contenuto e delle persone, costituito in generale da un LPS e dalle SPM.

Livello di protezione LPL [ingl: lightning protection level]

numero, associato ad un gruppo di valori dei parametri della corrente di fulmine, relativo alla probabilità che i correlati valori massimo e minimo di progetto non siano superati in natura. II livello di protezione e usato per dimensionare le misure di protezione sulla base del corrispondente gruppo di parametri della corrente di fulmine.

LPS lighting proctection system – sistema di protezione contro il fulmine

impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura.

EB – collegamento equipotenziale (ingl: lighting equipotential bonding)

connessione tra corpi metallici e I'LPS, mediante connessione diretta o tramite limitatore di sovratensioni, per ridurre le differenze di potenziale dovute alle correnti di fulmine.

Sistema di SPD [ingl: surge protective device]

gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre guasti degli impianti elettrici ed elettronici.

Nodo

punto di una linea oltre il quale la propagazione di impulsi si assume trascurabile: Esempi di nodo sono Ia barra di distribuzione a valle di un trasformatore AT/BT su una linea di energia, un multiplexer o un apparato xDSL su una linea di telecomunicazione.

Danno materiale

danno ad una struttura (o a quanto in essa contenuto) o a un servizio causato dagli effetti meccanici, termici, chimici o esplosivi del fulmine.

Danno ad esseri viventi

danni, inclusa la perdita della vita, causati a uomini o animali per elettrocuzione provocata da tensioni di contatto e di passe generate dal fulmine.

Rischio R

valore della probabile perdita media annua (uomini e beni) dovuta al fulmine, riferito al valore complessivo (uomini e beni) della struttura da proteggere.

Zone di una struttura ZS

parte di una struttura con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un gruppo unico di parametri per Ia valutazione di una componente di rischio.

Zona di protezione LPZ [ingl: lighting protection zone]

zona in cui e definite l'ambiente elettromagnetico creato dal fulmine. I confini di zona di una LPZ non sono necessariamente costituiti da elementi fisici (es. pareti, pavimento e soffitto).

Schermo magnetico

schermo metallico chiuso, continuo o a maglia, che racchiude Ia struttura da proteggere, o una parte di essa, usato per ridurre i guasti degli impianti elettrici ed elettronici.

Cavo di protezione contro il fulmine

cavo speciale con isolamento incrementato il cui schermo e in continuo contatto con il suolo sia direttamente che attraverso la guaina di plastica.

Condotto per la protezione dei cavi contro il fulmine

condotto per cavi avente bassa resistività ed in contatto con il suolo (p.es. calcestruzzo con ferri di armatura interconnessi o condotto metallico).